**المجال التعلمي رقم (01):** التخصص الوظيفي للبروتينات

**الوحدة التعلمية الخامسة** دور البروتينات في الاتصال العصبي

# النشاط 5: آليـــة الإدماج العصبي

**1- أنواع المشابـك:** ( لاحظ الوثيقة (1) ص148 ) :

**تعريف المشبك :**

المشبك هو منطقة اتصال وظيفي بين خليتين قابلتين للتنبيه و قد يكون بين خليتين عصبيتين أو بين خلية عصبية و خلية عضلية أو بين خلية عصبية و خلية غدية و هو يتكون من غشاء قبل مشبكي و غشاء بعد مشبكي و شق مشبكي .

**تجربة (1) :** (لاحظ الوثيقة (2) وَ (3) ص149) :

1. مقارنة التسجيلات الناتجة من التسجيل (1) وَ (2) :

التنبيه (1) : زوال استقطاب الغشاء بعد المشبكي و توليد كمون بعد مشبكي ( يساوي أو أكبر من عتبة زوال الاستقطاب ) يؤدي إلى انتشار كمون عمل .

التنبيه (2) : نسجل فرط في الاستقطاب للغشاء بعد المشبكي .

2. يسمى التسجيل الملاحظ في (ج1) إثر التنبيه (1) بكمون بعد مشبكي تنبيهي (PPSE) و ذلك لتسجيل زوال استقطاب ينتشر ، بينما التسجيل الملاحظ في (ج1) و الناتج عن التنبيه (2) فيدعى بكمون بعد مشبكي تثبيطي (PPSI) و ذلك لتسجيل فرط في الاستقطاب و هو لا ينتشر .

3. بناء على ما سبق فإن نوع المشبكين (أ) وَ (ب) من الوثيقة (2) هو :

المشبك (أ) هو **مشبك تنبيهي** ، أمّا المشبك (ب) هو **مشبك تثبيطي** .

**تجربة (2) :**

( لاحظ الوثيقتين (4) وَ (5) ص150 ) :

1. من مقارنة التسجيلين (أ) وَ (ب) نستنتج أنّ لكل مشبك من المشبكين السابقين مبلغ خاص به حيث يؤثر الـ GABA في المشبك (ب) .

2. تفسير التسجيل (ب) :

- حقن الـ GABA في الفراغ المشبكي للمشبك (ب) بدون تنبيه يؤدي إلى تسجيل فرط استقطاب .
- أثناء الرّاحة غياب الـ GABA و تواجد شوارد( $cl^-$ ) بنسبة عالية
- عند التنبيه تظهر مادة الـ GABA في الفراغ المشبكي ( للمشبك (ب)) وتناقص نسبة ( $cl^-$ ) .
- نستنتج أنّ التنبيه يسبب تحرير الـ GABA و تناقص شوارد الكلور ( $cl^-$ ) في الشق المشبكي للمشبك (ب) .

3. وصف آلية عمل المشبك (ب) بالربط بين معطيات (ج) وَ (د) :

تسجيل فرط في الاستقطاب يعود لتحرير المبلغ الكيميائي الـ GABA في الشق المشبكي ثم تثبيته على مستقبلات نوعية ( قنوية ) وانفتاح القناة أدى إلى دخول شوارد ( $cl^-$ ) و تسجيل المنحنى (ب) ( فرط الاستقطاب ) ، **الرسم التخطيطي الذي يوضح هذا في الصفحة رقم 163** .

4. دور البروتينات الغشائية المولدة لـ PPSE و PPSI :

البروتينات الغشائية المولدة لـ PPSE دورها إدخال شوارد $Na^+$ وتثبيت الوسيط الكيميائي ( الأستيل كولين ) وتسجيل كمون عمل بعد مشبكي ينتشر .

البروتينات الغشائية المولدة لـ PPSI دورها إدخال شوارد ($cl^-$) و تثبيت الوسيط الكيميائي (GABA) و تسجيل فرط في استقطاب و عدم انتشار كمون عمل بعد مشبكي .

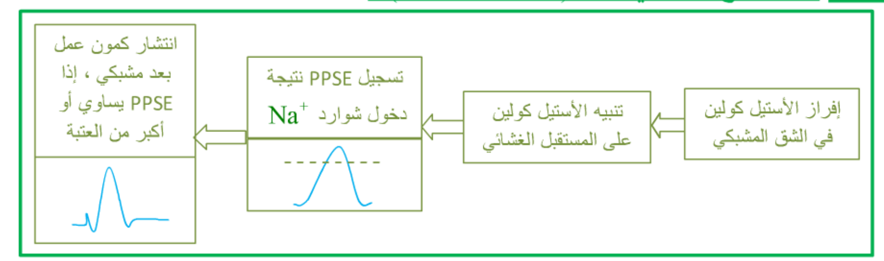
**الاستنتاج :**

إنّ وجود مشابك تنبيهية أو تثبيطية مرتبط بانفتاح قنوات مختلفة على الغشاء بعد المشبكي ، بحيث :

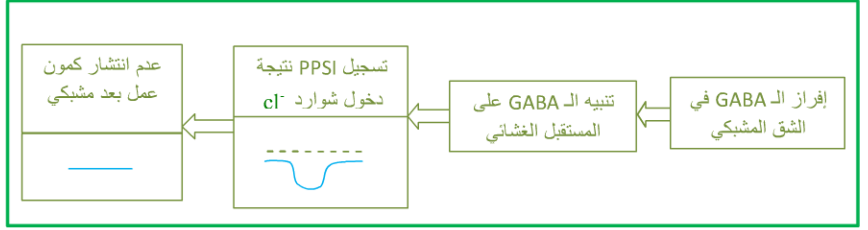
- مستقبلات قنوية لـ $Na^+$ لها وظيفة تنبيهية .
- مستقبلات قنوية لـ ($cl^-$) التي تنشط الـ GABA لها وظيفة تثبيطية حيث يسمح انفتاح هذه المستقبلات القنوية بدخول ( $cl^-$ ) للخلية بعد المشبكية محدثًا فرطًا في لاستقطاب الغشاء

و المخططين التاليين يلخصين ما سبق :

**مخطط (1) :** تأثير مبلغ كيميائي منبه ( الأستيل كولين ) :




**مخطط (2) :** تأثير مبلغ كيميائي مثبط ( الـ GABA ) :




**2- إدماج الكمونات بعد المشبكية :** ( لاحظ الوثيقة (6) ص151 ) :

1. تحديد عدد نوع المشابك المتصلة بالخلية بعد المشبكية :

الشكل (ب) : عدد المشابك (1) ، نوعه مشبك عصبي عصبي منبه .

الشكل (أ) : عدد المشابك (3) ، وهي عصبية عصبية حيث الأول مثبط ، أمّا الثاني و الثالث فهما منبهان .

2. مصدر الكمونين (1) وَ (2) المسجلين في المحورين الأسطوانيين للخليتين بعد المشبكيتين في الشكلين ( أ ) وَ (ب) يعود لدمج مختلف المشابك على مستوى المحورين الأسطوانيين ، بحيث :

التسجيل (1) : منحنى كمون عمل + فرط في الاستقطاب ⟸ منحنى كمون عمل .

التسجيل (2) : ثلاث منحنيات كمون عمل ⟸ منحنى كمون عمل .

3. للعصبون بعد المشبكي القدرة على تجميع الكمونات التي تصل إليه في نفس الوقت ، إمّا تجميعًا فضائيًا ( الشكل (أ)) أو تجميعًا زمنيًا ( الشكل (ب)) بحيث :

- تجميع فضائي : إذا كانت الكمونات قبل المشبكية مصدرها مجموعة من النهايات العصبية و التي تصل في نفس الوقت للعصبون بعد المشبكي .
- تجميع زمني : إذا وصلت مجموعة من كمونات العمل المتقاربة ( تقريبًا في نفس الوقت ) من نفس الليف قبل المشبكي .

## 3- آليــة الإدمــاج :

**أ) حالة مشابك ذات ميزة تنبيهية :** ( لاحظ الوثيقة (7) ص152 ) :

1. مقارنة النتائج المحصل عليها :

- الحالة (1) وَ (2) تنبيهين متتاليين لعصبون قبل مشبكي منبه عند تنبيهين متتاليين و متباعدين لا نسجل كمون عمل ، أمّا عند تنبيهين متتاليين متقاربين فنسجل كمون عمل .
- الحالة (3) وَ (4) ناتجين عن تنبيه لعصبونيين قبل مشبكيين حيث لا نسجل كمون عمل إذا كان التنبيهان متتاليان و متباعدان ، ونسجل كمون عمل عندما يكون التنبيهان متقاربان .

2. النتيجة :

التنبيهان المتباعدان لا يؤديان إلى توليد كمون عمل في الخلية بعد المشبكية لكن التنبيهان المتقاربان من نفس المشبك أو من مشبكين مختلفين يولدان كمون عمل مما يدل على الإدماج و التجميع .

**ب) حالة مشابك ذات ميزة تنبيهية و أخرى تثبيطية :** ( لاحظ الوثيقة (8) وَ (9) ص152 ) :

1. تحديد المشبك التنبيهي و المشبك التثبيطي : المشبك $E_1$ تنبيهي و المشبك $I_1$ تثبيطي .
2. مقارنة مختلف التسجيلات :

المشبك المثبط يقلل من سعة الكمون بعد المشبكي ( أقل من العتبة ) و بالتالي لا يتولد كمون عمل في الخلية بعد المشبكية أي أنّ المحصلة غير كافية لتوليد كمون عمل على شكل موجة زوال استقطاب متنقلة لذا يجب زوال الاستقطاب الناتج عبارة عن كمون غشائي محلي .

**النتيجة :**

تتحصل على كمون عمل إذا بلغ مجمل الكمونات التنبيهية و التثبيطية أثناء الإدماج عتبة توليد كمون عمل بينما إذا كانت المحصلة أقل من العتبة فلا يتولد كمون عمل

**( المخطط التحصيلي للمنعكس العضلي على المستوى الجزيئي و الشاردي ص165 )** .

الخلاصة:

- يمكن أن يترجم تأثير المبلغ الكيميائي العصبي على الغشاء بعد المشبكي بـ :
  - زوال استقطاب الغشاء بعد المشبكي الذي يتسبب في ظهور كمون عمل بعد مشبكي تنبيهي (PPSE) و هو المشبك التنبيهي .
  - فرط استقطاب الغشاء بعد الذي يتسبب في ظهور كمون بعد مشبكي تثبيطي (PPSI) و هو المشبك التثبيطي .
- يدمج العصبون بعد المشبكي مختلف الكمونات بعد المشبكية و ذلك بعملية تجميع ، قد يكون تجميع فضائي أو تجميع زمني .
- نتحصل على زوال استقطاب الغشاء بعد المشبكي بمعنى تولد كمون عمل في العنصر بعد المشبكي إذا بلغ مجمل الكمونات التنبيهية و التثبيطية عتبة توليد كمون العمل و على عكس ذلك يبقى العصبون في حالة راحة أي أنّ :
  - PPSI + PPSE > عتبة كمون العمل ← تولد كمون عمل و انتشاره .
  - PPSE + PPSI < عتبة كمون العمل ← عدم تولد كمون العمل .

عن موقع www.fanit-mehdi.com

البريد الإلكتروني: info@fanit-mehdi.com

الهاتف : 0774 07 85 49